

(18)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-134220

(43)公開日 平成5年(1993)5月28日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G 0 2 F 1/035

G 0 2 B 6/12

G 0 2 F 1/03

J 7036-2K

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号

特願平3-293429

(22)出願日

平成3年(1991)11月8日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 高松 久志

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 渡邊 順子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 箱木 浩尚

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 松本 昂

最終頁に続く

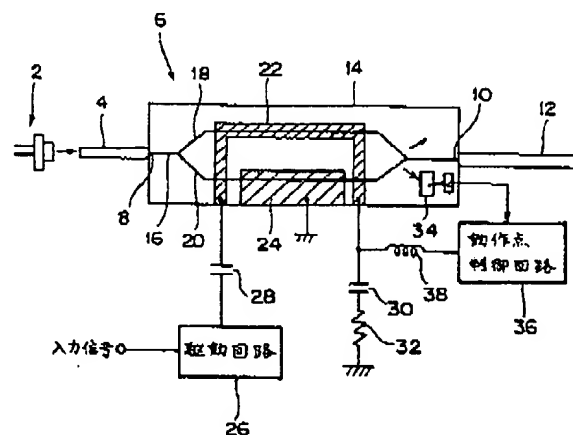
(54)【発明の名称】 光送信機

(57)【要約】

【目的】本発明はマッハツェンダ型光変調器を備えた光送信機の改良に関し、高速変調が可能で光出力を分岐することなく光変調器の動作点ドリフトを補償することができ且つ装置の小型化に適した光送信機の提供を目的とする。

【構成】電気光学効果を有する基板14と該基板上に形成され光入射端8及び光出射端10の間に一対の分岐導波路18、20を有する光導波路16と上記分岐導波路に装荷された電極22、24とを備えたマッハツェンダ型の光変調器6と、上記光入射端8に接続された光源2と、上記基板14に固着され上記分岐導波路18、20の合流点から放射された漏洩光を受光する受光器34と、駆動回路26と、動作点制御回路36とから構成する。

実施例ブロック図



6 : マッハツェンダ型光変調器

14 : 基板

16 : 光導波路

18, 20 : 分岐導波路

(2)

特開平5-134220

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気光学効果を有する基板(14)と該基板上に形成され光入射端(8)及び光出射端(10)の間に一対の分岐導波路(18,20)を有する光導波路(16)と上記分岐導波路に装荷された電極(22,24)とを備えたマッハツェンダ型的光変調器(6)と、

上記光入射端(8)に接続された光源(2)と、

上記基板(14)に固着され上記分岐導波路(18,20)の合流点から放射された漏洩光を受光する受光器(34)と、

入力信号の論理レベルに対応して上記光出射端から出力する光がオン・オフするような位相変化が上記分岐導波路(18,20)の伝搬光に与えられるように上記電極(22,24)に駆動電圧を与える駆動回路(26)と、

上記受光器(34)の受光レベル変化に基づき上記光変調器の動作特性曲線のドリフトを検出して動作点が上記動作特性曲線に対して一対の関係を有するような位相変化が上記分岐導波路(18,20)の伝搬光に与えられるように上記電極(22,24)に直流バイアス電圧を与える動作点制御回路(36)とを備えたことを特徴とする光送信機。

【請求項2】 上記漏洩光は上記基板(14)の表面で反射して上記受光器(34)に入射することを特徴とする請求項1に記載の光送信機。

【請求項3】 上記基板(14)の表面における上記受光器(34)が固着される部分は粗面に形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光送信機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光送信機に関し、さらに詳しくは、マッハツェンダ型的光変調器を備えた光送信機の改良に関する。

【0002】従来、光通信システムに使用される光送信機においては、半導体レーザに流す電流をデータ信号により変調する直接変調方式がよく採用されていた。しかし、直接変調方式では、光ファイバ内の波長分散により、伝送速度が高くなるのに従って出力される光信号の動的波長変動(チャーピング)の影響が大きくなるので、長距離伝送が困難となってきた。

【0003】そこで、原理的にチャーピングが生じにくいマッハツェンダ型的光変調器を備えた光送信機が検討されている。この種の光送信機にあっては、光通信システムの安定動作を達成するために、光変調器の動作点ドリフトに対処することが要求される。

## 【0004】

【従来の技術】電気光学効果を有する基板と、この基板上に形成され光入射端及び光出射端の間に一対の分岐導波路を有する光導波路と、分岐導波路に装荷された電極とを備えたマッハツェンダ型的光変調器が公知である。

【0005】マッハツェンダ型的光変調器を備えた光送信機においては、半導体レーザ等の光源からの定常強度の光について強度変調を行うことができるので、直接変

調方式が採用されている場合と比較して、チャーピングの影響を受けにくく、従って高速且つ長距離の伝送が可能になる。

【0006】ところで、マッハツェンダ型的光変調器においては、温度変化や経時変化等により、その入出力特性(動作特性曲線)にドリフトが生じる(動作点ドリフト)。

【0007】図8はマッハツェンダ型的光変調器の入出力特性を示す図である。同図において、①は動作点ドリフトが生じる前の特性を示し、②は動作点ドリフトが生じた場合の特性を示す。

【0008】マッハツェンダ型的光変調器の入出力特性は、駆動電圧に対して周期性を有する。従って、入力信号の各論理比に対応して出力光電力の極小値及び極大値が得られる駆動電圧 $V_0$ 及び $V_1$ を用いることにより、効率的な2値変調を行うことができる。

【0009】動作点ドリフトが発生したときに、駆動電圧 $V_0$ 、 $V_1$ が一定であると、上述の周期性により出力光信号の消光比が劣化する。従って、動作点ドリフトが発生したときにそのドリフト量を $dV$ とすると、駆動電圧 $V_0$ 、 $V_1$ をそれぞれ $V_0 + dV$ 及び $V_1 + dV$ として動作点ドリフトを補償することが要求される。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】このような動作点ドリフトを補償するための制御(動作点制御)を行う場合、光出力の一部をモニタ光として分岐し、このモニタ光の受光レベルに応じた制御を行うための制御ループを構成する必要がある。このため、モニタ光を分岐した分だけ光出力が減少するという問題があった。

【0011】この問題に対処するために、マッハツェンダ型的光変調器における分岐導波路の合流点から漏洩した光をモニタ光として用いる技術が提案されているが(特開平3-145623号)、モニタ光を制御ループに導くための光ファイバが必要であり、装置の構成が複雑になり或いは装置が大型化するという問題があった。

【0012】本発明はこのような技術的課題に鑑みて創作されたもので、高速変調が可能で、光出力を分岐することなく光変調器の動作点ドリフトを補償することができ、且つ装置の小型化に適した光送信機の提供を目的としている。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の光送信機は、電気光学効果を有する基板と該基板上に形成され光入射端及び光出射端の間に一対の分岐導波路を有する光導波路と上記分岐導波路に装荷された電極とを備えたマッハツェンダ型的光変調器と、上記光入射端に接続された光源と、上記基板に固着され上記分岐導波路の合流点から放射された漏洩光を受光する受光器と、入力信号の論理レベルに対応して上記光出射端から出力する光がオン・オフするような位相変化が上記分岐導波路の伝搬光に与え

(3)

特開平5-134220

られるように上記電極に駆動電圧を与える駆動回路と、上記受光器の受光レベル変化に基づき上記光変調器の動作特性曲線のドリフトを検出して動作点が上記動作特性曲線に対して一定の関係を有するような位相変化が上記分岐導波路の伝搬光に与えられるように上記電極に直流バイアス電圧を与える動作点制御回路とを備えて構成される。

【0014】

【作用】本発明の構成によると、マッハツェンダ型光変調器を備えているので、チャージングの影響を受けにくく、従って、高速変調が可能になる。

【0015】また、分岐導波路の合流点から放射された漏洩光を受光して動作点制御を行うようにしているので、光出力を分岐することなく光変調器の動作点ドリフトを補償することができるようになる。

【0016】さらに、漏洩光を受光する受光器を、光変調器の基板に直接固着しているため、モニタ光を導くための光ファイバが不要になり、装置の小型化が可能になる。

【0017】

【実施例】以下本発明の実施例を説明する。図1は本発明の実施例を示す光送信機のブロック図である。2は光源としての半導体レーザであり、この半導体レーザ2は定常レーザ発振するように駆動されている。半導体レーザ2から放射された光は、図示しないレンズ結合系を介して光ファイバ4にその入射端から入射し、この光ファイバ4の出射端はマッハツェンダ型光変調器6の光入射端8に接続されている。マッハツェンダ型光変調器6の光出射端10には光ファイバ12が接続されており、この光ファイバ12を介して光信号が光伝送路に送出される。

【0018】マッハツェンダ型光変調器6において、14はLiNbO<sub>3</sub>等の電気光学結晶からなる基板、16は基板14上に形成された光導波路である。光導波路16は、光入射端8と光出射端10の間に分岐導波路18、20を有している。光導波路は、基板の表面にTi等の金属を選択的に拡散させ、その部分の屈折率が周囲の屈折率よりも僅かに大きくなるようにして形成される。

【0019】22は一方の分岐導波路18に装荷された信号電極、24は他方の分岐導波路20に装荷された接地電極である。信号電極22はこの実施例では進行波型に形成されている。即ち、電極を分布定数回路の構成要素として見たときに、信号電極22を伝搬する例えばマイクロ波領域の駆動電圧信号の伝搬方向と、分岐導波路18の伝搬光の伝搬方向とが一致するように構成されている。

【0020】26は入力信号に応じてマッハツェンダ型光変調器6を駆動するための駆動回路であり、この駆動回路26は、入力信号の論理レベルに対応して光出射端

10から出力する光がオン・オフするような位相変化が分岐導波路18、20の伝搬光に与えられるように信号電極22に駆動電圧を与える。高速変調成分を含む駆動電圧信号は、駆動回路26からキャパシタ28を介して信号電極22の入力ポートに入力される。

【0021】34は光変調器の基板14上に固着されたフォトダイオード等の受光器であり、この受光器34は、分岐導波路18、20の合流点から放射された漏洩光を受光する。

【0022】動作点制御回路36は、受光器34の受光レベル変化に基づき動作点ドリフト（光変調器6の動作特性曲線のドリフト）を検出して、光変調器6の動作点が動作特性曲線に対して一定の関係を有するような位相変化が分岐導波路18、20の伝搬光に与えられるように、直流バイアス電圧を制御する。直流バイアス電圧は、インダクタ38を介して信号電極22に与えられる。

【0023】32は信号電極22及び接地電極24の特性インピーダンスに合わせて例えば50Ωになるように調整された終端抵抗器であり、この終端抵抗器32はキャパシタ30を介して信号電極22に接続されている。

【0024】図2は受光器34近傍の側面図であり、この図を参照して受光器34の取付構造及び機能について説明する。尚、図面が不明瞭になることを防止するために、光導波路、電極、これらの間に介在させることができるSiO<sub>2</sub>等からなるバッファ層は図示していない。

【0025】この実施例では、受光器34の受光面40が基板14の上面に密着するように、受光器34を半田付により基板14に固着している。即ち、受光器34の受光部を他の部分よりも僅かに小径に形成しておき、これにより生じた縁取り部と基板上の導体パターン42の間に半田材を充填している。受光器のリード線46は、基板14上のターミナル44に一旦ボンディング接続され、ここから受光出力が動作点制御回路に入力するようにしている。

【0026】図3は光変調器における信号光及び漏洩光の強度と電圧の関係を表すグラフである。①は光出力端10から出力される信号光の特性を表し、この例では、電圧が零のときに原理的には100%光出射端から信号光が出力され、半波長電圧V<sub>π</sub>のときに光出射端からの光出力が零となるようになっている。それ以外の、即ち光出射端から出射しない光は光導波路4から外に漏れ出し損失となる。この漏洩光が分岐導波路の合流点から基板内に放射される。

【0027】図3において②で示される破線は、この漏洩光についての特性であり、実線①で示した信号光の特性と丁度相補な関係にある。従って、この漏洩光を受光するとともに前述の動作点制御を行うことによって、動作点ドリフトが生じた場合にも信号光の消光比が劣化することがない。

(4)

特開平5-134220

【0028】受光器34を基板14上のどの位置に設けるかについては次のようにして決定する。漏洩光は、図2に示すように、分岐導波路の合流点Aからやや下方の基板14内に広がった光ビームとして放射される。この漏洩光は基板14の下面側で全反射して基板14の上面に到達するので、この漏洩光の到達位置を予め特定しておき、この位置に受光器34を固着する。合流点の導波路パラメータによっては漏洩光の伝搬方向が基板下面における全反射条件を満足しないことがあるので、このような場合には、基板14の下面側に反射膜を形成しておく。

【0029】基板上面での漏洩光の反射を防止するために、基板上面と受光器の受光面の間に光導波路よりも高屈折率な薄膜層を介在させてもよい。この薄膜層は光学接着剤により形成することができる。光学接着剤により受光器を基板に固着する場合、半田付が不要になる。

【0030】本実施例によると、受光器の受光面を基板上面に密着させているので、漏洩光のビーム径が基板上面においてある程度広がったとしても、これを効率良く受光することができる。このように本実施例によると、簡単な構成で漏洩光のモニタリングを行うことができる。

【0031】本実施例によると、受光器を基板上に直接固着しているため、動作点制御回路を基板上にハイブリッドに一体として形成したときに、受光器出力の動作点制御回路への入力及び動作点制御回路から信号電極への制御信号の出力を基板上で行うことができ、装置のさらなる小型化が可能である。

【0032】また、本実施例によると、漏洩光を基板の下面で反射させて基板の上面に設けられた受光器に入射させるようにしているため、受光器を基板の側面に形成する場合と比較して、装置の作成が容易であり、しかも、電気的な配線も容易である。

【0033】図4は本発明の他の実施例を示す受光器近傍の側面図である。図4(A)に示された例では、分岐導波路の合流点Aから基板14内に放射された漏洩光を、基板14の側面に形成された反射膜48で反射させて、基板14の裏面側に固着された受光器34で受光す

るようにしている。このように、合流点Aからの漏洩光の伝搬方向等に応じて適宜受光器34の配置位置を変更することができる。

【0034】図4(B)に示された例では、図2の例と同様に基板上面に設けられた受光器34で漏洩光を受光するようにし、基板14の上面における受光器34が固着される部分を粗面50としている。こうすると、粗面50で漏洩光が散乱するから、基板14の上面への漏洩光の入射角度が全反射条件を満足しない場合でも、この漏洩光を受光することができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、高速変調が可能で、光出力を分岐することなく光変調器の動作点ドリフトを補償することができ、しかも装置の小型化に適した光送信機の提供が可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す光送信機のブロック図である。

【図2】図1に示された光変調器の受光器近傍の側面図である。

【図3】光変調器における信号光及び漏洩光の強度と電圧の関係を表すグラフである。

【図4】本発明の他の実施例を示す光変調器の受光器近傍の側面図である。

【図5】光変調器の入出力特性を示す図である。

【符号の説明】

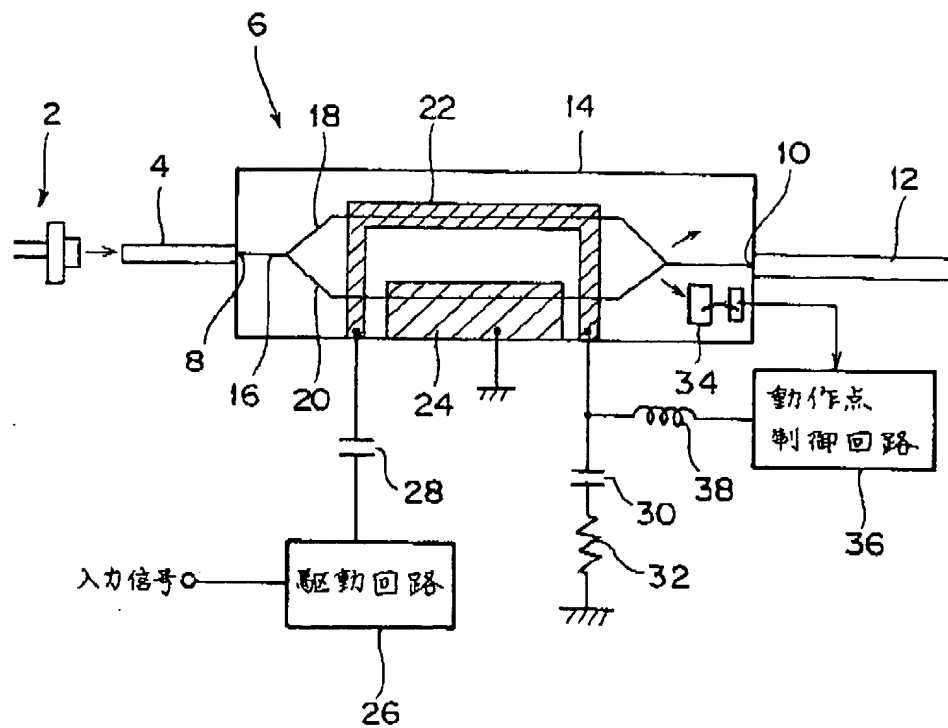
- 2 半導体レーザ(光源)
- 6 マッハツェンダ型光変調器
- 8 光入射端
- 10 光出射端
- 16 光導波路
- 18, 20 分岐導波路
- 22 信号電極
- 24 接地電極
- 26 駆動回路
- 34 受光器
- 36 動作点制御回路

(5)

特開平5-134220

【図1】

## 実施例ブロック図



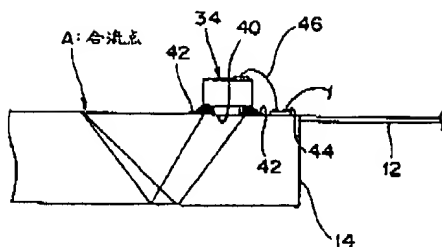
- 6 : マッハツェンダ型光変調器  
 14 : 基板  
 16 : 光導波路  
 18, 20 : 分岐導波路

(6)

特開平5-134220

【図2】

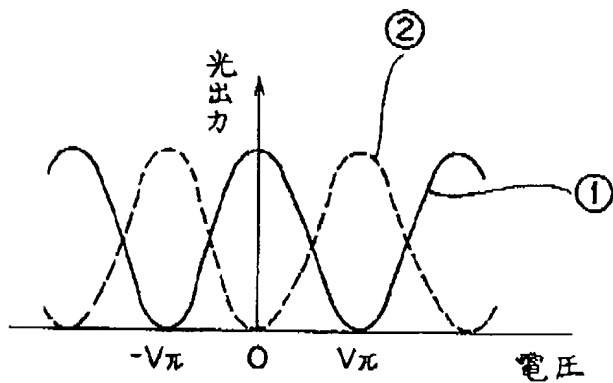
受光器近傍の側面図



34 : 受光器

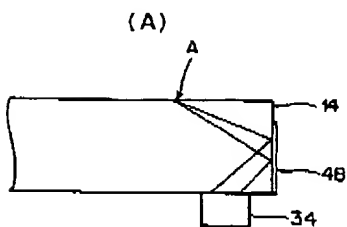
【図3】

信号光及び漏洩光の強度と電圧の関係を表すグラフ

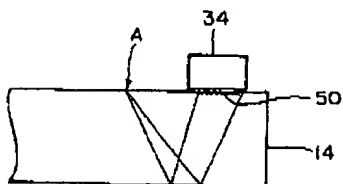


【図4】

他の実施例を示す図



(B)

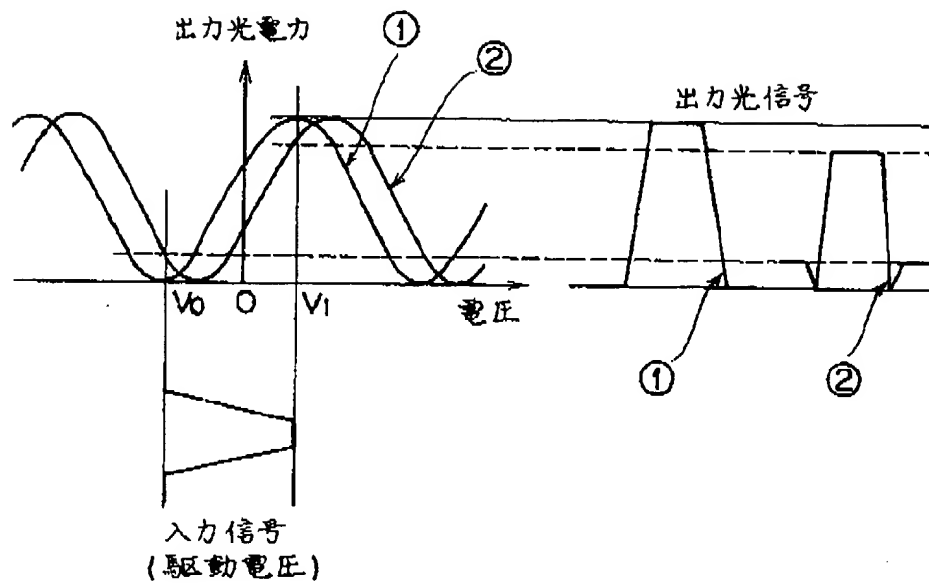


(7)

特開平5-134220

【図5】

## 入出力特性を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 古川 裕稔  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内